

“Актуальні проблеми теоретичної та експериментальної фізики”, 27-28 січня 2010 р., м. Тернопіль

ТРАНСПОРТНІ ЯВИЩА У ТВЕРДИХ РОЗЧИНАХ НА ОСНОВІ СПОЛУК IV-VI

Никируй Л.І.

Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника,
e-mail: lyubomyr.nykyruy@gmail.com

Матеріали на основі сполук IV-VI відносяться до напівпровідників із вузькою забороненою зоною, величина якої може змінюватися в залежності від складу, зовнішніх тиску і температури, магнітного поля. Це обумовлює їх використання для створення фотоприймачів та інжекційних лазерів для оптичного діапазону 3-30 мкм. У зв'язку із цим, використання халькогенідів свинцю, особливо у конструкціях багатоелементних фотоприймачів, забезпечує кращу відтворюваність характеристик при меншій собівартості і більш високій чутливості, особливо в області довгих хвиль. Висока потужність джерел випромінювання дозволяє використовувати їх у швидкодіючих спектрометрах для контролю складу атмосфери, у молекулярній спектроскопії, у системах космічного зв'язку, отримання теплових зображень і дистанційного заміру температур, тощо. Важливим питанням для створення нових перспективних матеріалів є дослідження твердих розчинів, які у порівнянні із бінарними сполуками дають можливість за рахунок зміни складу ефективно впливати на основні властивості: ширину забороненої зони, спектральні і температурні характеристики.

Ефективність функціонування фотоприймальних пристроїв і лазерних джерел випромінювання визначається характеристиками матеріалу та електронними процесами, що протікають у ньому. Серед останніх найбільш важливу роль відіграють механізми розсіювання носіїв заряду. Процеси розсіювання носіїв детально вивчені для бінарних напівпровідникових сполук [1]. Однак для твердих розчинів, не дивлячись на велику кількість експериментальних даних, теоретичний аналіз таких процесів практично відсутній.

У роботі досліджено тверді розчини системи $\text{PbS}_x\text{Se}_{1-x}$. Заміна атомів одного халькогену на інший у даному випадку призводить до утворення твердого розчину заміщення через близькість по значенню атомних радіусів, величини електронегативності та постійної ґратки. Утворення твердих розчинів призводить до перекриття енергетичних зон базових матеріалів, що у свою чергу спричинює складний характер рівня Фермі. Відповідно до цього, аналіз домішкового розсіювання не можна здійснювати у стандартному наближенні часу релаксації [2]. Тому розрахунки домінуючих механізмів розсіювання проводили з використанням варіаційної процедури [1]. Для коректного розрахунку слід враховувати специфіку зміни параметрів матеріалу при переходу від бінарних сполук до твердих розчинів. Стала ґратки утвореного твердого розчину визначалася за законом Вегарда [2], ширина забороненої зони, яка у першому наближенні носить лінійний характер, визначена згідно узагальнення експериментальних даних по [3], а деформаційна стала, яка

найбільш чутлива при заміні одних атомів іншими, визначалася по методиці [4].

Досліджено концентраційні та температурні залежності рухливості носіїв заряду твердого розчину $\text{PbS}_x\text{Se}_{1-x}$ при врахуванні розсіювання носіїв: на акустичних та оптичних коливаннях ґратки, на кулонівському та короткодіючому потенціалах вакансій. Показано, що в інтервалі температур 4,2-300 К досить добре співпадання із експериментальними даними дає врахування розсіювання носіїв заряду на акустичних фононах. Однак, для точного розрахунку електрофізичних параметрів слід враховувати сумарну дію кількох механізмів розсіювання. Так, при 4,2 К у концентраційному інтервалі 10^{22} - 10^{26} м^{-3} суттєвим також буде врахування розсіювання на короткодіючому потенціалі вакансій, а для концентрацій 10^{22} - $2 \div 3 \cdot 10^{23} \text{ м}^{-3}$ – на кулонівському. При 77 К кулонівське розсіювання, яке для таких температур все ще суттєве для бінарних сполук, не буде домінуючим, зате для концентрацій 10^{22} - 10^{23} м^{-3} необхідно враховувати вже вплив розсіювання на оптичних фононах. При 300 К менш помітним стає розсіювання на короткодіючому потенціалі, яке суттєве лише в області високих концентрацій ($\sim 10^{26} \text{ м}^{-3}$), а розсіювання на оптичних фононах дає помітний внесок у сумарне для більш широкого концентраційного діапазону – 10^{22} - 10^{24} м^{-3} .

Робота частково фінансується МОН України (державний реєстраційний номер 0109U007537).

- [1] Горлей П.Н., Шендеровский П.Н. Вариационный метод в кинетической теории.- К.:Наукова думка, 1992.
- [2] Фистуль В.И. Введение в физику полупроводников.- М.: Высшая школа, 1975.
- [3] Preier H. // Appl.Phys., 20, 189 (1979).
- [4] Фальковский Л.А. // УФН, 178(9), 923 (2008).